Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 16 août 2006

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE

BEAD-air-F-2006-006-I

Date de l'événement	**09 mars 2006.**
Lieu	**Nantes.**
Type d'appareil	**F 406.**
Immatriculation	**n° 39 - F-ZBBB.**
Organisme	**Direction interrégionale des douanes et droits indirects de Nantes.**
Unité	**Brigade de surveillance aéromaritime de Lann-Bihoué.**

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation exclusive de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

TABLE DES MATIÈRES

Avertissement 2

Table des matières 3

Glossaire 5

Synopsis 6

1. Renseignements de base 9
1.1. Déroulement du vol 9
1.1.1. Mission 9
1.1.2. Contexte 9
1.1.3. Déroulement du vol 10
1.1.3.1. Définition du vol 10
1.1.3.2. Préparation du vol 11
1.1.3.3. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement 11
1.1.4. Localisation 13
1.2. Tués et blessés 14
1.3. Dommages à l'aéronef 14
1.4. Autres dommages 14
1.5. Renseignements sur le personnel 15
1.5.1. Membres d'équipage de conduite 15
1.5.1.1. Commandant de bord (CDA en place droite) 15
1.5.1.2. Pilote (Pilote en fonction, place gauche) 15
1.5.2. Autres membres d'équipage 16
1.6. Renseignements sur l'aéronef 16
1.6.1. Maintenance 17
1.6.1.1. Organisation 17
1.6.1.2. Programme de maintenance en vigueur 18
1.6.1.3. Entretien effectué 19
1.6.2. Masse et centrage 20
1.6.3. Carburant 20
1.7. Conditions météorologiques 20
1.8. Télécommunications 21
1.9. Enregistreurs de bord 21
1.10. Essais et recherches 21
1.10.1. Constats effectués sur l'appareil 21
1.10.2. Examens et essais 22
1.11. Renseignements sur les organismes 24

2. Analyse 25
2.1. Causes de l'incident 25
2.1.1. Scénario de l'incident 25
2.1.2. Cause du déclenchement du breaker *« ldg gear »* 25
2.1.3. Recherche des causes du défaut d'isolement du conducteur A2S42 26
2.2. Gestion de l'évènement par l'équipage 29
2.2.1. Contexte de la mission 29
2.2.2. Prises de décisions 30

3. Conclusion 33
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement 33
3.1.1. Contexte 33
3.1.2. Conditions environnementales 33
3.1.3. Environnement technique de l'aéronef 33
3.1.4. Au cours du vol 33
3.2. Causes de l'événement 34

4. Recommandations de sécurité ____ 35
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement ____ 35
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement ____ 36
4.2.1. Exécution des vols techniques ... 36
4.2.1.1. Contexte ... 36
4.2.1.2. Conditions d'exécution ... 37
4.2.2. Directives et documentation ... 38
4.2.3. Extensions de potentiel d'éléments de la cellule ... 39
4.2.4. Qualification des PNT ... 39

Annexes ... ***41***

1. Principe de fonctionnement de la commande de train d'atterrissage ____ 42

2. Procédures d'urgence et d'utilisation des disjoncteurs ____ 43
2.1. Procédures d'urgence – train d'atterrissage ____ 43
2.2. Utilisation des disjoncteurs ____ 45

GLOSSAIRE

ALAT	Aviation légère de l'armée de terre
BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
BSAM	Brigade de surveillance aéromaritime
CDA	Commandant d'aéronef
CEV	Centre d'essais en vol
CPL/IR	*Commercial pilote licence / Instrument rating* Licence de pilote professionnel / qualification de vol aux instruments
DGDDI	Direction générale des douanes et droits indirects
DPM/SQ	Direction des programmes et des méthodes / service qualité
DTAB2	Direction technique aéronautique
EPI	Enquêteur de première information
Ft	*Feet* – pieds (1 ft ≈ 0,3m)
GV	Grande visite
Kts	*Knots* – nœuds (1 kts ≈ 1,852 km/h)
Lbs	*Pound* – Livre (1 lbs≈ 450 g)
METAR	Message d'observation météorologique régulière pour l'aviation
MCO	Maintien en condition opérationnelle
PNT	Personnel navigant technique
RG	Révision générale
UTC	*Universal time coordinated* - Temps universel coordonné
VMC	*Visual meteorological conditions* - Conditions météorologiques de vol à vue
VT1	Vol technique de niveau 1
VT2	Vol technique de niveau 2

SYNOPSIS

- Date de l'événement : Jeudi 09 mars 2006 à 15h50[1] ;
- Lieu de l'événement : Nantes ;
- Organisme : Direction générale des douanes et droits indirects (DGDDI) ;
- Commandement organique : Direction interrégionale des douanes et droits indirects de Nantes ;
- Unité : Brigade de surveillance aéromaritime de Lann-Bihoué (BSAM) ;
- Aéronef : F406 n° 39 – FZBBB ;
- Nature du vol : Vol de contrôle en sortie de visite majeure ;
- Nombre de personnes à bord : 03.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Au cours d'un vol de bon fonctionnement au départ de Nantes, un essai de manœuvre du train d'atterrissage est effectué. La sortie du train se déroule normalement. Lors de la rentrée du train, la séquence s'interrompt et la configuration suivante est obtenue : palette haute, voyant train auxiliaire éteint, voyant « *gear unlocke*d[2] » éteint, voyants verts des trains principaux allumés, disjoncteur train déclenché.

Le disjoncteur du train n'est pas réenclenché et l'appareil est dérouté sur Lorient au vu des conditions aérologiques régnant à Nantes. Le train est sorti en secours, la signalisation obtenue en cabine (trois vertes) est cohérente avec la configuration, et l'atterrissage se déroule sans encombre. Les moteurs sont coupés après avoir dégagé la piste et l'avion est tracté jusqu'à la BSAM.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un enquêteur technique du Bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé enquêteur désigné,
- un enquêteur de première information (EPI) de la Marine,
- un officier pilote de la Marine ayant une expertise sur F 406,

[1] Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.
[2] Voyant train d'atterrissage non verrouillé.

- un officier mécanicien de l'aviation légère de l'armée de terre (ALAT) ayant une expertise sur F 406.

Autres experts consultés

- Techniciens de l'industriel assurant la maintenance au titre du maintien en condition opérationnelle (MCO).
- Constructeur de l'aéronef.

Déclenchement et déroulement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été prévenu téléphoniquement de l'évènement par la DGDDI / B2[3] le vendredi 10 mars 2006 à 09h20.

La conduite de l'enquête technique a été confiée à un EPI de la base de Lann-Bihoué, sous la direction d'un enquêteur du BEAD-air. L'EPI s'est rendu à la BSAM dans la matinée du 10 mars afin de recueillir les témoignages et de procéder aux premières investigations sur l'aéronef.

Les mécaniciens de l'industriel assurant le MCO sont intervenus sur l'avion stationné dans un hangar de la BSAM dès le vendredi 10 mars au matin. Ils ont procédé essentiellement à des inspections et vérifications des ensembles mécaniques et hydrauliques des trains et des câblages électriques. Leurs opérations ont été interrompues à l'arrivée de l'EPI, dans un souci de préservation des indices.

L'expert pilote et l'expert mécanicien, désignés au cours du week-end, ont rallié la BSAM le lundi 13 mars.

L'expert mécanicien a débuté les investigations sur les systèmes mécaniques et électriques de l'aéronef avec les mécaniciens de la BSAM et les a poursuivies le lendemain.

Les mécaniciens de la BSAM ont effectué les opérations de reconditionnement du circuit hydraulique de train et de la bouteille d'azote du circuit secours, ainsi que des essais de train avion sur vérin, en présence de l'expert mécanicien du groupe d'enquête.

[3] Moyens d'interventions des services.

L'origine probable de l'incident ayant été identifiée le 14 mars, la réparation (reconditionnement d'une prise) a été aussitôt effectuée par les mécaniciens de la BSAM.

Le mercredi 15 mars, les mécaniciens de l'industriel assurant le MCO ont apporté un avis technique sur l'incident, les investigations réalisées ainsi que sur le dépannage effectué.

Le jeudi 16 mars, l'EPI et l'expert mécanicien, mandatés par l'enquêteur désigné, reviennent à la BSAM afin d'étudier en profondeur la documentation technique de suivi de l'aéronef.

La poursuite des investigations sur le plan documentaire et organisationnel, se traduisant par un retour des enquêteurs à la BSAM, a suscité l'incompréhension des acteurs locaux et a nécessité l'intervention de l'enquêteur en charge.

Le 20 mars, l'enquêteur désigné s'est rendu à la BSAM accompagné d'un adjoint. Il a réuni le groupe d'enquête, et a rencontré les acteurs locaux afin de clarifier les objectifs de l'enquête technique et de recueillir des témoignages.

Enquête judiciaire

L'évènement n'a fait l'objet d'aucune procédure judiciaire.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. DÉROULEMENT DU VOL

1.1.1. Mission

Indicatif mission	**FDO 5668**
Type de vol	**CAG[4] VFR[5]**
Type de mission	**Vol technique**
Dernier point de départ	**Nantes**
Heure de départ	**15h35**
Point d'atterrissage prévu	**Nantes**

1.1.2. Contexte

L'avion sortait d'une grande visite effectuée chez l'industriel au titre du MCO.

A l'issue des travaux, un vol technique a été effectué par l'industriel. L'avion a ensuite été confié au contrôle des services étatiques (DPM/SQ) et le centre d'essais en vol (CEV) a effectué un vol de réception le 28 février 2006.

Après l'exécution des retouches mentionnées par le CEV et le contrôle de leur exécution par les services qualité de la DGA[6], l'aéronef est remis à disposition de l'industriel le 02 mars 2006[7] pour les opérations de réception au sol, le mouvement administratif et le vol de convoyage, réalisé ultérieurement par un équipage des douanes.

La réception des travaux est effectuée par la direction technique de l'exploitant auprès de l'industriel le 07 mars 2006.

La direction technique informe la BSAM de la remise à disposition de l'avion et ordonne sa récupération.

[4] CAG : Circulation aérienne générale.
[5] VFR : Visual flight rules – règles de vol à vue.
[6] DGA : Direction générale de l'armement.
[7] Une approbation de remise en service (APRS) a été rédigée à cette date par l'industriel. Cette APRS portait une mention de réserve de l'exécution satisfaisante d'un vol de contrôle. Selon l'industriel, cette mention aurait été cochée par erreur et n'avait pas d'incidence sur la procédure de recette.

L'avion devait ainsi être convoyé le 08 mars 2006 de Nantes vers Lorient par un équipage de la BSAM.

1.1.3. Déroulement du vol

1.1.3.1. Définition du vol

Le vol effectué est défini différemment selon les documents consultés et les témoignages recueillis auprès des intervenants.

- ***Selon le cahier d'ordres de la BSAM***

  Il est libellé en tant que vol de contrôle, avec décollage et atterrissage à Nantes, le vol de convoyage de Nantes vers Lorient étant prévu à l'issue.

- ***Selon les acteurs techniques de la BSAM***

  Il s'agit d'un vol « technique », ou de « bon fonctionnement », comme il est habituellement pratiqué en pareilles circonstances après une intervention technique.

  (L'éventualité d'un vol de bon fonctionnement est par ailleurs mentionnée au chapitre 4.4 « phase recette » du contrat MCO).

  Nota : Les vols techniques se déclinent selon deux types[8], VT1[9] et VT2[10]. Les vols VT2 doivent être exécutés par des équipages habilités, tandis que les VT1 et les vols de bon fonctionnement peuvent être exécutés par tous les équipages. Le programme d'un vol de bon fonctionnement est adapté en fonction des interventions techniques effectuées sur l'aéronef et peut être inspiré de celui d'un vol technique.

[8] Selon les documents de référence consultés au sein de la BSAM : note n° 00810 et instruction sur la sécurité aérienne.
[9] VT1 : Vol technique de niveau 1
[10] VT2 : Vol technique de niveau 2

1.1.3.2. Préparation du vol

L'équipage a été composé à l'échelon local de la BSAM, selon les exigences d'un vol technique[11].

Selon les témoignages recueillis auprès de l'équipage, celui-ci n'avait pas connaissance de la clôture de la phase de recette de l'aéronef, et donc du statut de ce dernier en termes de transfert de responsabilité.

Le programme du vol n'était pas explicitement défini : celui-ci est en effet laissé à l'appréciation de l'équipage en fonction des interventions réalisées sur l'aéronef. En l'occurrence, l'équipage avait prévu d'apprécier le comportement général de l'appareil par quelques manoeuvres, des essais radio, une sortie d'éléments, ainsi qu'un relevé de paramètres.

L'équipage a pris connaissance de la météorologie et des NOTAM[12].

Le vol a été effectué « sous avis de vol », sans dépôt de plan de vol.

L'ordre de vol a été libellé par le CDA[13].

1.1.3.3. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement

L'équipage s'est rendu le 08 mars à Nantes.

Après examen de l'avion et des documents techniques, des retouches légères ont été demandées par le PNT[14]. Celui-ci a effectué un tour avion détaillé et a vérifié en particulier la bouteille d'azote, sachant que le train avait été sorti en secours lors du vol de réception par le CEV.

Le vol a été reporté au lendemain en raison de l'amélioration insuffisante des conditions météorologiques, et du vent de travers trop important.

[11] Les équipages qualifiés « vols techniques » sont référencés sur un ordre permanent détenu par la BSAM. Selon les acteurs locaux de la BSAM, ce document était en refonte et n'a pu être consulté.
[12] NOTAM : *Notification to airmen* – Avis aux navigateurs aériens.
[13] CDA : Commandant d'aéronef.
[14] PNT : Personnel navigant technique.

Le 09 mars, l'équipage se rend de nouveau à Nantes, et attend une amélioration des conditions météorologiques pour effectuer le vol.

Le décollage a lieu vers 15h35 en piste 03. Le cap est mis vers les points W et W1 de la CTR[15] de Nantes à 1500 ft[16]. Le comportement général de l'avion est jugé satisfaisant. Compte tenu des turbulences constatées, l'équipage décide de reporter le relevé de paramètres lors du vol retour vers Lorient. Il réduit la vitesse vers 135 kts[17] à 1500 ft, sort les volets en position « take off », puis baisse la palette de train.

La séquence de sortie se déroule normalement et la signalisation en cabine est cohérente.

La palette de train est ensuite positionnée sur « *up* ».

Le voyant « *hydr press on* » s'allume, les trois vertes s'éteignent, mais le voyant rouge « *gear unlocked* » reste allumé. Le voyant « *hydr press on* » s'éteint.

Deux à trois secondes plus tard, le pilote et le CDA constatent l'allumage du voyant vert du train principal gauche « *lh* », suivi, quelques secondes plus tard, de l'allumage du voyant du train principal droit « *rh* ». Aussitôt après, le voyant rouge « *gear unlocked* » s'éteint.

L'équipage obtient la configuration suivante en cabine : palette haute, rouge éteinte, voyant du train auxiliaire allumé, voyants des trains principaux éteints. Il constate que le disjoncteur train « *ldg gear* » est déclenché.

Un consensus est établi au sein de l'équipage autour de la décision de ne pas réenclencher le disjoncteur train compte tenu des doutes exprimés sur le circuit électrique dans un contexte de sortie de GV[18].

Compte tenu des conditions de vent traversier régnant à Nantes et d'une configuration douteuse de l'avion, le CDA décide le déroutement vers Lorient et la sortie du train en secours avant l'atterrissage.

[15] CTR : Zone de contrôle.
[16] Ft : *Feet* – pied (1 ft ≈ 0,3m).
[17] Kts : *Knots* – nœuds (1 kts ≈ 1,852 km/h).
[18] GV : Grande visite.

La palette de train est positionnée sur « *down* » et un passage bas est effectué pour une inspection visuelle de la configuration du train par la tour de Nantes.

Le contrôleur de Nantes confirme un vent traversier de 24 kts et négocie le transfert avec Lorient.

Le transit est effectué à 1500 ft, passe le point EL de la S/CTR[19] de Lorient et effectue une attente au sud de l'île de Groix (point S), afin de consommer le carburant. Au cours de cette attente, l'équipage d'un autre F406, contacté par radio, effectue une inspection visuelle et confirme la configuration du train affichée en cabine (trains principaux sortis, train auxiliaire rentré).

La procédure à appliquer en cas d'atterrissage train non verrouillé est rappelée au sein de l'équipage.

L'avion est positionné face au vent et le train est sorti en secours selon le cas où « le train ne sort pas hydrauliquement[20] ». La sortie du train en secours est surveillée et confirmée par l'équipage de l'autre F406.

L'atterrissage se déroule normalement en piste 25. Les moteurs sont coupés une fois la piste dégagée et l'avion est ensuite tracté jusqu'à la BSAM.

1.1.4. Localisation

- Lieu : Nantes ;
  - ⇒ département : Loire Atlantique ;
  - ⇒ coordonnées géographiques : (position intermédiaire estimée entre W et W1) ;
    - N : 47°15' ;
    - E : 001°50'.
  - ⇒ altitude du lieu de l'événement : 1500 ft ;
- Moment : jour ;
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Nantes à 10 Nm[21] environ dans le 120° du lieu de l'événement.

[19] S/CTR : Zone de contrôle spécialisé.
[20] Item décrit dans le manuel de vol.
[21] Nm : Nautical miles – mille nautique (1Nm ≈ 1852 m).

1.2. TUÉS ET BLESSÉS

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères			
Aucune	**X**		

1.3. DOMMAGES À L'AÉRONEF

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
				X

1.4. AUTRES DOMMAGES

Néant.

1.5. RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Commandant de bord (CDA en place droite)

- Age : 47 ans ;
- Sexe : masculin ;
- Unité d'affectation : BSAM de Lann-Bihoué ;

  ⇒ Fonction dans l'unité : adjoint opérations du commandant d'unité.
- Origine : Marine nationale, spécialisation multimoteur ;

  ⇒ Qualification : CPL/IR [22]. Mono pilote, chef de bord. A jour de qualification.
- Certificat administratif de la DGDDI délivré le 05 février 1996 ;
- Expérience aéronautique : 10 000 heures de vol dont 4900 sur F406. Activité régulière.

1.5.1.2. Pilote (Pilote en fonction, place gauche)

- Age : 41 ans ;
- Sexe : masculin ;
- Unité d'affectation : BSAM de Lann Bihoué ;

  ⇒ fonction dans l'unité : Pilote.
- Origine : ALAT, pilote hélicoptère puis spécialisation avion ;

  ⇒ Qualification : CPL/IR. Copilote F 406. A jour de qualification.
- Certificat administratif de la DGDDI délivré le 15 mars 2004 ;
- Expérience aéronautique : 6100 heures de vol dont 1435 sur F406. Activité régulière.

[22] CPL/IR : *Commercial pilote licence/Instrumental rating* – Licence de pilote professionnel/qualification de vol aux instruments.

1.5.2. Autres membres d'équipage

Personnel navigant technique

- Age : 52 ans ;
- Sexe : masculin ;
- Unité d'affectation : BSAM de Lann-Bihoué ;
  - ⇒ Fonction dans l'unité : PNT (mécanicien navigant) et contrôleur technique.
- Origine : Marine nationale. Spécialisation : mécanicien de bord ;
  - ⇒ Détenteur d'un certificat de stage établi par la société SECA le 21 janvier 1990 sur moteur PT6-A28 ;
  - ⇒ Qualification : mécanicien de bord selon le brevet PNT Marine n°5461 du 1er mars 1976. Validité permanente.
- Certificat administratif de la DGDDI délivré le 05 mars 1996 ;
- Expérience aéronautique : 8613 heures de vol, dont 5248 sur F406. Activité régulière.

1.6. RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRONEF

- Organisme : Direction générale des douanes et droits indirects ;
- Commandement organique d'appartenance : Direction interrégionale des douanes et droits indirects de Nantes ;
- Base aérienne de stationnement : Lorient Lann-Bihoué ;
- Unité d'affectation : BSAM de Lann-Bihoué ;
- Type d'aéronef : Cessna F 406.

⇒ Configuration : patrouille maritime ;

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	F-406	39	8850	GV : 6,7
Moteur gauche	PT6A112	12378	8290,8	RG[23] : 6,7
Moteur droit	PT6A112	12661	5086,3	RG : 528,2

⇒ Fabrication : juin 1989 ;

⇒ Mise en service dans les douanes : juin 1989.

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur de l'exploitant[24] et ne révèle pas d'antécédent lié à des problèmes concernant la séquence de sortie ou rentrée de train.

1.6.1.1. Organisation

- La Direction Technique Aéronautique (DTAB2) est l'autorité technique pour l'ensemble des unités.
- L'entretien de la flotte F406 est assuré :
  ⇒ au niveau NTI1[25] et NTI2[26] par les unités utilisatrices,
  ⇒ au niveau NTI3[27], et certaines opérations NTI2, ainsi que pour toute opération « à la demande », par les industriels titulaires des contrats conclus au titre du MCO.

[23] RG : Révision générale.
[24] Défini dans la note n° 000810/DGDDI/Sous-direction de l'organisation et de l'administration des services/Bureau B/2 du 7 mars 1994, section SURVAERO/TECH.
[25] NTI1 : Niveau technique d'intervention de niveau 1.
[26] NTI2 : Niveau technique d'intervention de niveau 2.
[27] NTI3 : Niveau technique d'intervention de niveau 3.

1.6.1.2. Programme de maintenance en vigueur

- Le programme d'entretien du F 406 en vigueur dans les douanes est défini dans le document de référence (note n° 00810) disponible dans les unités utilisatrices.

  Les évolutions de ce programme sont transmises dans les unités par la DTA/B2 sous forme de mises à jour.

  Il a été constaté que ces différentes mises à jour ne sont pas insérées dans la note 00810 de la BSAM, ni suivies dans ce document, mais classées à part. Ces modificatifs sont néanmoins appliqués.
- Le programme d'entretien retenu est décomposé en phases « 2 ; 3 et 6A ». Des différences ont été constatées par rapport au programme recommandé d'entretien du constructeur.

  Les différences relevées sont relatives à des évolutions de potentiels horaires et calendaires d'éléments propres à la cellule (dont, entre autres, des vérins de compensateurs de direction, gauchissement et profondeur) ainsi qu'à la périodicité des visites du cycle de maintenance (pas de 150 heures au lieu de 100 heures).

  Selon les témoignages des acteurs techniques de la BSAM, le cycle de maintenance cellule aurait été aligné sur celui des moteurs (4500 heures).

  Concernant les moteurs, l'extension du potentiel de 3000 à 4500 heures pour la RG avait été validée par le constructeur Pratt&Whitney.

  Le procédé de validation des extensions de potentiel propres aux éléments de la cellule n'a pas été communiqué à ce jour.

Extensions de potentiel relevées sur les vérins de compensateurs de gouvernes en particulier

	Manuel d'entretien du Constructeur Échéance potentiel	Programme d'entretien douanes (sur une mise à jour de la note 00810 de mars 2005)
Direction	Remplacement 1000 heures ou 3 ans	Entretien 1800 / 3600 heures / GV Échéance potentiel 4500 heures
Gauchissement	Remplacement 1000 heures ou 3 ans	Entretien 1800 / 3600 heures / GV Révision générale 4500 heures
Profondeur	Entretien 600 heures ou 18 mois	Révision générale 1200 heures (potentiel 4500 heures relevé sur une mise à jour de la note 00810 de mars 2003)[28]

1.6.1.3. Entretien effectué

- L'appareil sortait d'une grande visite chez l'industriel titulaire du contrat MCO, au cours de laquelle des opérations sur les trains d'atterrissage ont été effectuées, dont, en particulier :
  - ⇒ dépose des trains d'atterrissages et des vérins de relevage ;
  - ⇒ remplacement des tuyauteries souples de frein et des tuyauteries hydrauliques des vérins de relevage gauche et droit ;
  - ⇒ remplacement du faisceau électrique des vérins de relevage des atterrisseurs et réfection des prises associées (« pinouillage ») ;
  - ⇒ inspection des faisceaux de câbles électriques des trains d'atterrissage.

Nota : Les faisceaux de câbles électriques ne font pas l'objet d'un remplacement systématique lors d'une GV : celui-ci n'est effectué que lorsqu'une détérioration est détectée, ou lorsque la dépose d'un organe impose le remplacement du faisceau électrique associé.

Les câblages électriques cheminant dans les caissons de trains sont vérifiés visuellement à chaque visite périodique, et à chaque visite avant vol.

[28] Alors que le potentiel des vérins de tab de profondeur était défini à 4500 heures par les douanes, des problèmes de corrosion avaient été constatés sur ces éléments et signalés par les services qualité de la DGA (DPM/SQ). Le potentiel de ces éléments a depuis été réduit à 1200 heures par les douanes, valeur actuelle.

1.6.2. Masse et centrage

Au moment de l'incident, la masse totale de l'aéronef était de 8750 lbs[29] et le centrage à 22,11%.

1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : F34 ;
- Quantité de carburant au décollage : 2000 lbs ;
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 1800 lbs.

1.7. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Le METAR[30] de Nantes du 9 mars 2006 à 14h00 UTC[31] fait état des observations suivantes :

Vent moyen du 290°/22 kts établis avec rafales à 34 kts – Visibilité supérieure à 10 kilomètres - Nuages fragmentés à 2500 ft – Température 12°C et point de rosée à 7°C – QNH[32] 1008 – Pas d'évolutions significatives dans l'heure à venir.

Relevés de vent par la tour de Nantes :

- Au moment du décollage

Heures UTC	Vent moyenné sur 2 minutes Direction - force en kts	Vent maximum (sur 10 minutes) Direction - force en kts
14h33	290°/26	310°/34
14h34	280°/22	310°/34
14h35	280°/23	310°/34
14h36	280°/24	310°/34
14h37	280°/23	310°/34

[29]Lbs : *Pound* – livre (1 lbs ≈ 450 g).
[30]METAR : Message d'observation météorologique régulière pour l'aviation.
[31]UTC : *Universal time coordinated* – temps universel coordonné.
[32] QNH : Indique la pression ramenée au niveau de la mer.

- Au moment de l'évènement

Heures UTC	Vent moyenné sur 2 minutes Direction - force en kts	Vent maximum (sur 10 minutes) Direction - force en kts
14h48	290°/25	310°/35
14h49	290°/23	310°/35
14h50	290°/24	310°/35
14h51	290°/25	310°/35
14h52	290°/26	310°/35

Ces relevés démontrent un flux et une direction bien établis.

1.8. TÉLÉCOMMUNICATIONS

L'appareil était en contact radio avec la tour de contrôle de Nantes au moment de l'évènement, puis avec un autre F 406 lors de l'attente au sud de Lorient, ainsi qu'avec l'approche de Lorient.

1.9. ENREGISTREURS DE BORD

Le F 406 n'est équipé d'aucun enregistreur.

1.10. ESSAIS ET RECHERCHES

1.10.1. Constats effectués sur l'appareil

- Le fuselage de l'appareil est maculé d'huile hydraulique sur sa partie supérieure avant gauche. L'huile hydraulique s'est échappée par le bouchon de remplissage et par le trop plein de la bâche consécutivement à la surpression engendrée par l'azote libéré dans le circuit lors de la sortie du train en secours ;
- La pression de la bouteille d'azote est à 550 PSI ;
- Le niveau de la bâche hydraulique est sur « *Full max* » ;
- Le breaker « *ldg gear* » est disjoncté ;
- Une légère odeur semblant d'origine électrique est perçue dans la cabine.

1.10.2. Examens et essais

L'appareil a été placé sur vérins, l'azote du circuit hydraulique a été purgé et la batterie a été déconnectée.

Des examens effectués le 10 mars par les techniciens de l'industriel assurant le MCO sur la mécanique des trains, leur environnement, les tuyauteries hydrauliques, ainsi que sur les câblages et les prises électriques n'avaient révélé aucune anomalie.

D'autres examens ont été effectués ensuite en présence de l'expert mécanicien par les mécaniciens de la BSAM sur les composants du circuit électrique spécifique du train d'atterrissage dont le breaker *« ldg gear* », sur les électro-distributeurs et tuyauteries hydrauliques associés, sans détection d'anomalie.

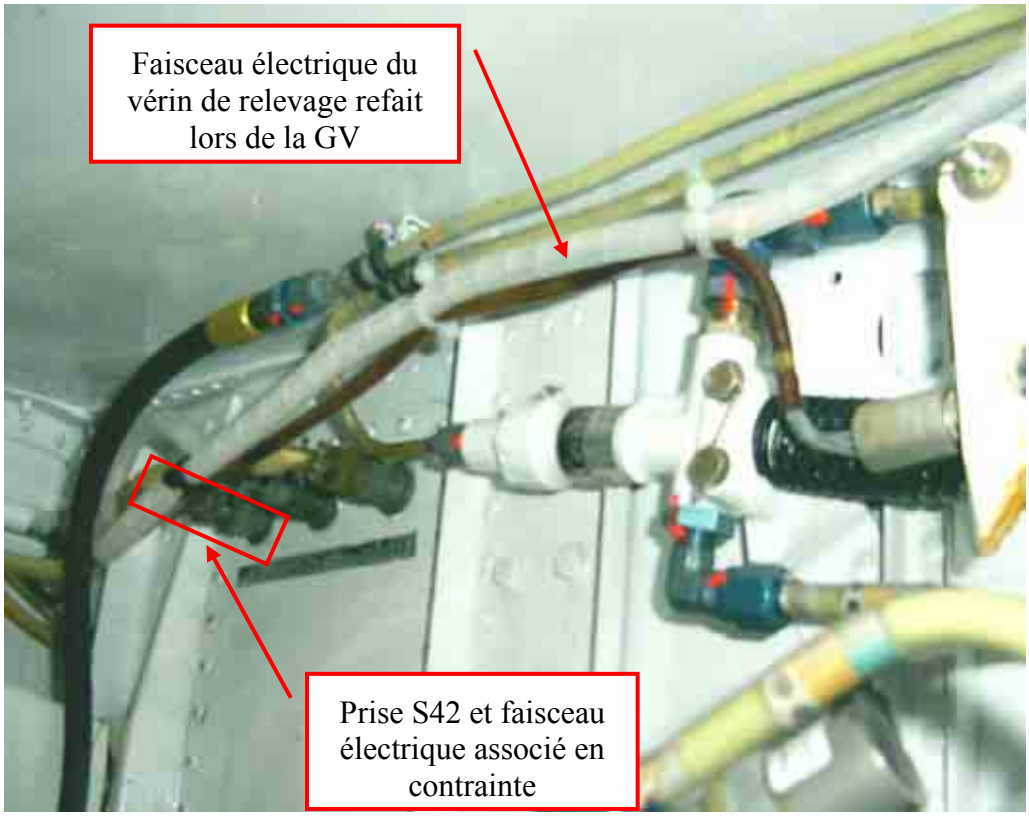
Ces examens ont permis d'écarter un dysfonctionnement d'origine mécanique ou hydraulique.

Le breaker train a été réenclenché et plusieurs essais de manœuvre du train ont été réalisés sans pouvoir reproduire un dysfonctionnement.

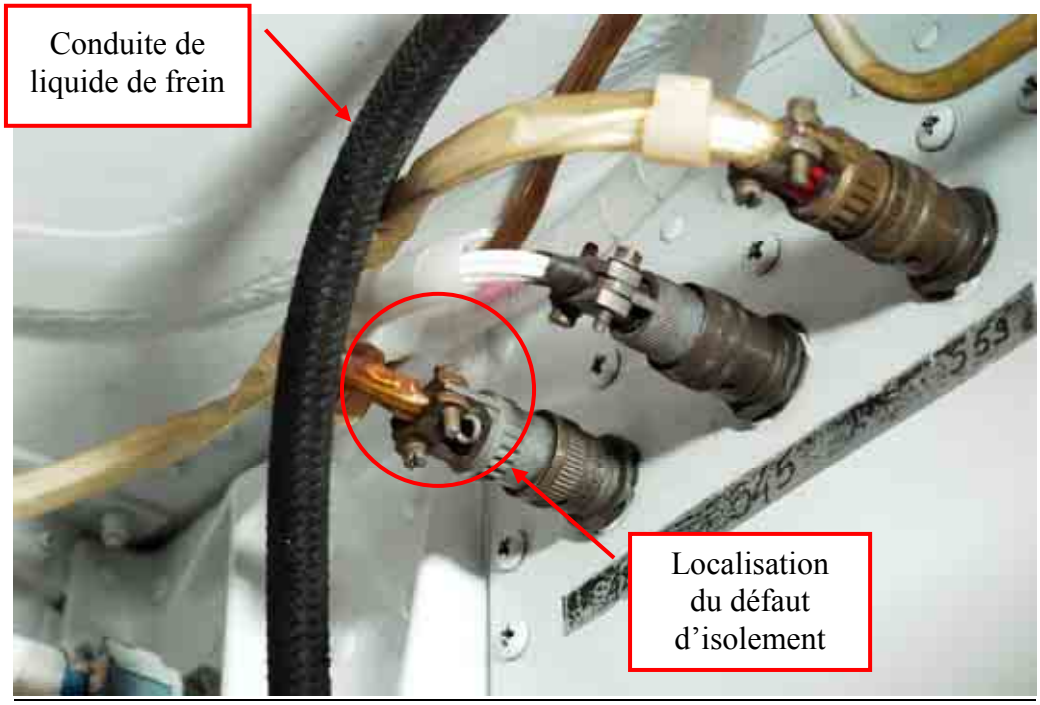
Un examen approfondi ciblant en particulier les prises, les supports de prises de coupures et faisceaux de câbles situés dans les puits de train gauche, droit, et avant a montré que :

- Le faisceau de câbles du vérin de relevage du train principal gauche, (prise S45), refait et protégé par une gaine spiralée différente de celle protégeant les autres faisceaux, est lové et attaché aux autres faisceaux électriques à l'endroit des prises de coupure ;
- Le faisceau de la prise S42 est en contrainte par rapport au corps de la prise (angle droit) et la gaine est détériorée à l'endroit de la pliure sous contrainte ;
- L'isolant d'un conducteur de ce faisceau (A2S42) est pincé et endommagé.

Aucun autre défaut susceptible d'être à l'origine de l'incident n'a été mis en évidence.



Faisceaux de câbles et prises dans le caisson de train gauche



Détail des prises et de leur environnement

1.11. RENSEIGNEMENTS SUR LES ORGANISMES

La DGDDI est autorité technique pour l'ensemble de sa flotte. Elle a la responsabilité de la navigabilité de ses aéronefs.

2. ANALYSE

2.1. CAUSES DE L'INCIDENT

Les constats et examens successifs effectués sur l'appareil ainsi que les témoignages recueillis auprès de l'équipage montrent que l'incident survenu sur l'appareil lors de la rentrée du train a pour origine **un dysfonctionnement électrique du circuit de commande du train, à l'exclusion d'une cause mécanique ou hydraulique dans la cinématique du train**, ou de tout autre défaut, sans antécédent signalé dans la documentation de suivi de l'appareil.

2.1.1. Scénario de l'incident

La séquence de rentrée du train a été interrompue par la disjonction du breaker « *ldg gear* », et a conduit à l'obtention de la configuration décrite par l'équipage.

Cette disjonction est survenue après l'accrochage du train avant en position haute, alors que les trains principaux étaient encore en manœuvre. Ceux-ci sont alors redescendus par gravité et se sont verrouillés en position basse. Ce scénario est en cohérence avec la séquence observée et la configuration obtenue.

2.1.2. Cause du déclenchement du breaker *« ldg gear »*

Les tests effectués sur les différents composants (électro-distributeur hydraulique et breaker 5 Ampères « *ldg gear* ») du circuit électrique de commande du train susceptibles d'être à l'origine de l'incident, et les essais successifs de manœuvre avion sur vérins ont prouvé l'intégrité de ces éléments.

En conséquence, le déclenchement du breaker « *ldg gear* » résulte d'une surintensité survenue dans le circuit électrique de commande de train.

Un examen détaillé des câblages et des prises électriques associées a permis de détecter un défaut d'isolement d'un conducteur (A2S42) au niveau de la prise S42 située dans le caisson de train gauche.

Un court-circuit entre ce conducteur alimenté en +28 volts et la masse de l'appareil par l'intermédiaire du corps d'une prise provoquerait aussitôt le déclenchement du breaker « *ldg gear* ».

Aucun autre défaut n'ayant été identifié sur ce circuit électrique, ce défaut d'isolement est vraisemblablement à l'origine d'un court-circuit ayant provoqué la disjonction du breaker train.

L'interruption de la séquence de rentrée du train ayant abouti à la configuration décrite par l'équipage est due à un dysfonctionnement d'origine purement électrique.

Un défaut d'isolement détecté sur un des conducteurs du circuit électrique de commande de train est vraisemblablement à l'origine d'un court-circuit ayant provoqué le déclenchement du breaker de protection du circuit de train et interrompu la séquence de rentrée.

2.1.3. Recherche des causes du défaut d'isolement du conducteur A2S42

Ce défaut d'isolement, difficilement détectable, et n'ayant pas occasionné de dysfonctionnement lors des essais avion sur vérins, a été repéré visuellement grâce à une petite déchirure de la gaine de protection du faisceau relié à la prise S42.

Cette déchirure, conséquence d'un processus de vieillissement et non détectée lors de la GV, se situait à la base de la prise, à l'endroit du collier serre-câble.

Après démontage de la prise, l'isolant du conducteur A2S42 a été constaté pincé et usé par frottement à l'endroit de la déchirure de la gaine et du collier serre-câble, rendant possible un court-circuit entre l'âme du conducteur et le corps de la prise.

Localisation du défaut d'isolement sur la prise S42

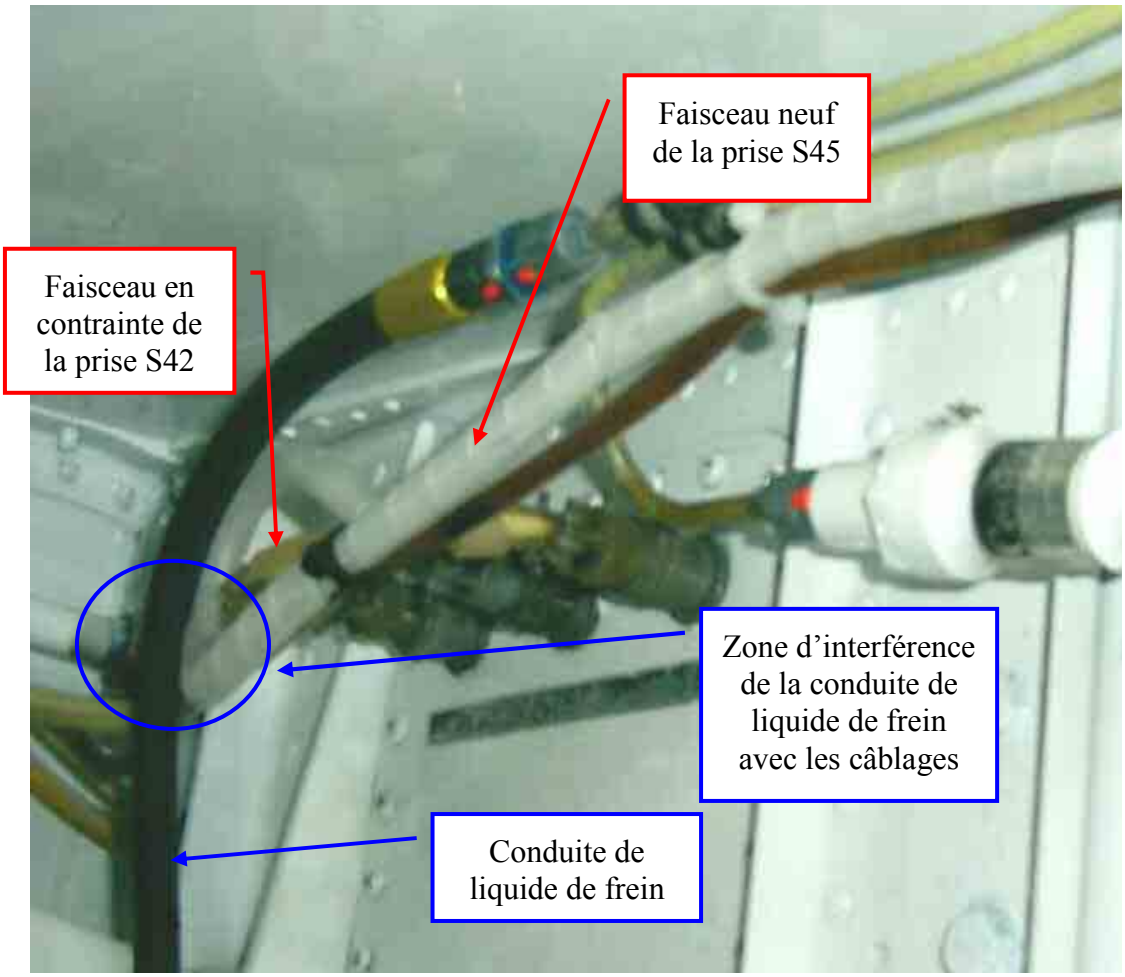
Le faisceau avait été trouvé en contrainte par rapport à l'axe de la prise, faisant un angle de 90°. Cette contrainte est contraire aux règles de l'art relatives au montage des câblages électriques sur aéronef[33].

Lors de la GV, le faisceau voisin (faisceau du vérin de relevage) a été remplacé, lové puis fixé par-dessus les deux autres faisceaux à l'aide d'un collier plastique au voisinage des prises. Ce faisceau, à la différence des deux autres, est dépourvu de gaine souple et est protégé par une gaine spiralée semi-rigide.

L'ensemble des faisceaux ainsi attaché et rigidifié entre en contact avec la conduite souple de liquide de frein à chaque mouvement du train.

Dans ces conditions, bien que le processus d'endommagement de la gaine du faisceau sous contrainte de la prise S42 et de l'isolant du conducteur A2S42 procède du vieillissement, il est probable que le frottement de la conduite de liquide de frein sur les faisceaux électriques ait accentué la mise en contrainte du conducteur et provoqué un court-circuit.

[33] Décrites dans le manuel d'entretien du F406, section 5-20-01, chapitre sur la génération électrique.



Mise en évidence de l'interférence de la conduite de liquide de frein avec les faisceaux électriques.

Le dysfonctionnement n'a pas été reproduit lors des essais de manœuvre de train avion sur vérins, montrant ainsi le caractère aléatoire de ce type de panne, néanmoins favorisé au cours du vol en régime vibratoire et en atmosphère turbulente.

Le défaut d'isolement du conducteur A2S42 ayant provoqué l'incident, a pour origine le vieillissement de la gaine de protection et la mise en contrainte du faisceau par rapport à l'axe de la prise.

L'interférence de l'assemblage des faisceaux de câbles avec la conduite souple de liquide de frein à chaque mouvement du train a favorisé la mise en contrainte du faisceau et est probablement à l'origine d'un court-circuit.

2.2. GESTION DE L'ÉVÈNEMENT PAR L'ÉQUIPAGE

Bien que les actions de l'équipage n'aient pas véritablement influé sur la survenance de l'évènement, il semble intéressant d'analyser le contexte global de la mission et du processus décisionnel et les facteurs l'ayant influencé.

2.2.1. Contexte de la mission

- La mission n'est pas clairement définie dans sa globalité[34]. L'équipage doit récupérer l'appareil sortant de GV, effectuer un vol technique et le convoyer vers la BSAM de Lorient. Le programme du vol technique n'étant pas défini au départ, celui-ci est laissé à l'appréciation de l'équipage, qui peut l'adapter en fonction des interventions techniques réalisées, des conditions météorologiques ou d'autres impératifs. En l'occurrence, le but final étant de ramener l'avion, l'équipage peut décider d'exécuter tout ou partie des différents tests, selon leur nature, lors du convoyage vers Lorient.

  Cette situation peut induire une incertitude sur le lieu d'atterrissage au départ de Nantes ;
- Le CDA n'a pas une connaissance précise de l'état de la procédure de mutation administrative de l'appareil avant le vol et donc de la responsabilité sous laquelle se trouve celui-ci, douane ou industriel.

  Cette méconnaissance ajoute au manque de définition précise du cadre de la mission et peut être génératrice de doutes en cas de situation d'urgence ;
- La disponibilité du parc F406 de la BSAM est réduite[35] et dans ce contexte, la remise en ligne de l'avion est particulièrement attendue.

[34] Cette absence de clarté se reflète dans la rédaction du cahier d'ordres : le vol technique y est mentionné en tant que vol de contrôle Nantes-Nantes, et sur une ligne décalée par rapport au libellé de l'ordre de convoyage Nantes-Lorient.

[35] Un autre F406, le n°17, est indisponible depuis plusieurs mois chez l'industriel titulaire du contrat MCO pour des problèmes de corrosion.

2.2.2. Prises de décisions

- ***Décollage***

  Les conditions météorologiques étant mauvaises, l'équipage revient à Nantes à deux reprises le matin et attend une amélioration l'après-midi. La décision de décoller, reportée, est finalement prise avec les conditions aérologiques suivantes : 23-24 kts de vent traversier établi, avec rafales à 34 kts.

  Pour mémoire, la valeur maximale démontrée de vent traversier est de 20 kts pour le F406.

  Bien que cette valeur ne constitue pas, selon le manuel de vol, une limitation, et puisse ainsi être interprétée selon le degré d'expérience des équipages, il convient de s'interroger, en l'absence de limitations formalisées par l'exploitant, sur la pertinence de décoller dans ces conditions pour un vol dit « technique ».

  Ainsi, le décollage dans ces conditions imposait un déroutement en cas de problème ;

  Nota : Les conditions météorologiques minimales d'exécution des vols techniques, définies dans la note 00810 et l'instruction sur la sécurité aérienne, imposent simplement d'effectuer ces vols en VMC[36].

- ***Au cours du vol***

  Après l'incident et les doutes exprimés sur la configuration du train, les conditions aérologiques régnant à Nantes depuis le décollage sont alors brusquement perçues pénalisantes et imposent un déroutement. La décision est prise de rallier Lorient.

  Après analyse de la séquence et de la configuration obtenue, l'équipage identifie un problème électrique (breaker « *ldg gear* » déclenché) à l'exclusion d'un problème hydraulique.

  Bien que le ré-enclenchement du breaker « *ldg gear* » soit possible[37]selon la technique d'utilisation, cette action n'est pas mentionnée explicitement dans les procédures d'urgence liées au train d'atterrissage.

[36] VMC : *Visual meteorological conditions* – conditions météorologiques de vol à vue .

[37] Le manuel de vol / section 7 / § disjoncteurs, interrupteurs disjoncteurs et fusibles / stipule qu'un disjoncteur peut être enfoncé après trois minutes de refroidissement.

De plus, l'équipage est confronté à une configuration inhabituelle et doute à la fois du circuit électrique et surtout du comportement du train en cas de ré-enclenchement du breaker « ldg gear ».

Ainsi, compte tenu de ces doutes, le CDA ne suit pas la technique d'utilisation (ré-enclencher le breaker) et décide de traiter la panne selon les cas décrits dans le manuel de vol.

Les problèmes de train ne sont décrits que dans la rubrique des « procédures d'urgence du circuit hydraulique » du manuel de vol. L'équipage se conforme à sa lecture et applique les items décrits au paragraphe *« le train d'atterrissage ne sort pas hydrauliquement »*, procédure encadrante impliquant une sortie en secours du train, indépendamment des problèmes électriques.

La suite des décisions prises conduit à un atterrissage en toute sécurité à Lorient.

L'analyse de la gestion de l'incident par l'équipage montre que :

Le déroutement de l'appareil consécutivement à l'incident trouve son origine dans la prise de décision d'un décollage en conditions aérologiques pénalisantes, décision qui aurait pu jouer un rôle aggravant en cas de problème plus sérieux.

La décision de ne pas suivre la technique d'utilisation, et d'appliquer une procédure encadrante du manuel de vol, procède néanmoins d'une analyse de l'incident en équipage, en fonction des doutes exprimés sur le circuit électrique et le comportement du train.

L'analyse du contexte général d'exécution de la mission révèle des dysfonctionnements d'ordre organisationnel, de nature à pénaliser les décisions du CDA, et parmi lesquels :

- **Un manque de clarté dans la définition exacte du cadre de la mission ;**
- **Une méconnaissance de l'état de la procédure de mutation administrative de l'appareil en sortie de GV ;**
- **Une absence de formalisation des conditions (météorologiques) minimales pour l'exécution des vols techniques.**

3. CONCLUSION

3.1. ÉLÉMENTS ÉTABLIS UTILES À LA COMPRÉHENSION DE L'ÉVÉNEMENT

3.1.1. Contexte

- La mission consiste en un vol technique en sortie de GV et convoyage vers la BSAM ;
- Le type exact du vol technique ainsi que son programme ne sont pas clairement définis ;
- L'état de la procédure de mutation administrative de l'appareil n'est pas connu par l'équipage.

3.1.2. Conditions environnementales

Les conditions de vent traversier sont pénalisantes sur le terrain de Nantes.

3.1.3. Environnement technique de l'aéronef

- L'appareil est entretenu conformément au programme défini par l'exploitant ;
- Au cours de la GV, des opérations ont été effectuées sur les trains d'atterrissage et en particulier sur le circuit électrique, dont le remplacement des faisceaux liés aux vérins de relevage avec réfection des prises associées, et inspection des différents câblages ;
- Les câblages ne sont remplacés qu'après la détection d'une détérioration ;
- Aucun antécédent n'est signalé dans la documentation de suivi.

3.1.4. Au cours du vol

- L'équipage a procédé à une manœuvre du train d'atterrissage et une panne est survenue lors de la rentrée ;
- Le train a été manœuvré dans le domaine prévu ;
- L'équipage a analysé la séquence ainsi que la configuration obtenue et identifie un problème électrique ;

- Compte tenu des doutes exprimés sur le circuit électrique et sur le comportement du train, le disjoncteur n'est pas ré-enclenché ;
- Après concertation au sein de l'équipage, une procédure encadrante impliquant une sortie du train en secours est appliquée ;
- L'appareil est dérouté sur Lorient.

3.2. CAUSES DE L'ÉVÉNEMENT

La cause de l'incident relève du domaine technique.

Un défaut d'isolement détecté sur un des conducteurs du circuit électrique de commande de train, est vraisemblablement à l'origine d'un court-circuit ayant provoqué le déclenchement du breaker de protection du circuit de train et interrompu la séquence de rentrée, conduisant ainsi à la configuration décrite par l'équipage.

Ce défaut d'isolement est consécutif au vieillissement de la gaine de protection du faisceau et à sa mise en contrainte par rapport à l'axe de la prise de coupure.

Le frottement de la conduite souple de liquide de frein sur l'assemblage des faisceaux de câbles lors des cycles du train a favorisé davantage la mise en contrainte du faisceau considéré et est probablement le facteur déclenchant du court-circuit.

Enfin, si la gestion de l'incident par l'équipage, procédant d'une analyse et de décisions concertées a finalement conduit à en limiter les conséquences, l'analyse globale de cette mission est révélatrice de dysfonctionnements d'ordre organisationnel ayant émaillé son contexte et son déroulement.

4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

4.1. MESURES DE PRÉVENTION AYANT TRAIT DIRECTEMENT À L'ÉVÉNEMENT

Maintenance des câblages électriques

Les constats effectués sur l'appareil ont montré que le défaut d'isolement constaté sur le conducteur A2S42 était le fait du vieillissement et d'une mise en contrainte du faisceau de câbles incriminé par rapport à l'axe de la prise S42. De plus, la fixation d'un faisceau remplacé lors de la GV par-dessus les autres faisceaux (photo page 22) amenait l'ensemble à interférer légèrement avec la conduite de liquide de frein lors des cycles de train.

Les investigations ont également montré que ce défaut d'isolement, impossible à détecter de prime abord, avait pu être repéré grâce à un petit endommagement de la gaine de protection du faisceau visible à la base de la prise S42.

Ces constats conduisent à penser que les règles de l'art lors du remplacement et du positionnement du faisceau du vérin de relevage lors de la GV ainsi que lors des contrôles périodiques des faisceaux électriques cheminant dans les compartiments de train n'ont pas été totalement observées.

Par ailleurs, bien que les cheminements des faisceaux de câbles et leur gainage ne soient pas définis de manière très précise, le manuel d'entretien du F406 mentionne les exigences et précautions à observer lors de leur installation ou leur remplacement.

Le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

qu'une attention particulière soit portée, à tous les échelons d'intervention technique, au strict respect des prescriptions du manuel d'entretien lors des opérations de contrôle et d'entretien des circuits électriques de l'appareil.

4.2. MESURES DE PRÉVENTION N'AYANT PAS TRAIT DIRECTEMENT À L'ÉVÉNEMENT

4.2.1. Exécution des vols techniques

4.2.1.1. Contexte

L'analyse du contexte de la mission a révélé :

- Un manque de clarté dans la définition du cadre de la mission.
  - ⇒ Confusion dans la définition exacte du type de vol (technique / contrôle / bon fonctionnement) sur le libellé de l'ordre de vol. Chacun de ces types de vol impliquant des conditions d'exécution et de qualifications d'équipage différentes ;
  - ⇒ L'absence de formalisation du programme du vol technique sur les documents de suivi avant le vol (form 11), conduisant à l'improvisation en vol (tests exécutés soit lors d'un vol technique local à Nantes, soit lors du vol de convoyage) ;
  - ⇒ La méconnaissance de l'état de la procédure de mutation administrative de l'appareil en sortie de chantier de GV, tant par l'équipage que par les acteurs techniques de la BSAM, induit un doute sur la responsabilité sous laquelle se trouve l'aéronef et peut peser dans les décisions du CDA.

Ce manque de clarté, conduisant à l'improvisation, peut influer de manière négative sur les décisions d'un équipage.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

- **de s'assurer que les acteurs du niveau d'exécution soient au fait de l'état des procédures de mutation lors de la réception d'un chantier sur aéronef ;**
- **que le cadre et le programme des vols à caractère technique soient parfaitement définis et formalisés avant leur exécution.**

4.2.1.2. Conditions d'exécution

En l'absence de formalisation de conditions encadrantes suffisamment précises pour les vols techniques (seuls deux documents, l'annexe 6 de l'instruction sur la sécurité aérienne ainsi que la note 00810 mentionnent simplement d'exécuter ce type de vol en VMC), le vol a été effectué en VMC, mais avec des conditions de vent traversier au-delà des valeurs démontrées pour l'appareil. En dépit de l'expérience et des aptitudes de l'équipage, ces conditions, qui ont imposé un déroutement, auraient pu avoir des conséquences plus sérieuses.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande que :

les conditions météorologiques minimales d'exécution des vols par l'exploitant soient redéfinies en s'appuyant, par exemple, sur celles retenues par les autres opérateurs.

De plus, indépendamment du contexte d'un vol technique, l'absence de manuel d'exploitation a été constatée. Ce type de document, élaboré par l'exploitant, permet de définir, entre autres, les règles et les limitations d'emploi opérationnelles particulières de ses aéronefs. Ce document, est, selon la DGDDI, actuellement en cours d'élaboration.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air :

appuie l'initiative d'élaboration d'un manuel d'exploitation et recommande sa mise à disposition au sein des unités dans les meilleurs délais.

4.2.2. Directives et documentation

- ***Ordre permanent***

  Les deux documents de référence déjà cités, note 00810 et l'annexe 6 de l'Instruction sur la sécurité aérienne mentionnent que les vols techniques et d'orientation et leur conditions d'exécution doivent faire l'objet d'un ordre permanent du niveau de l'unité, tout en donnant des directives quant à son contenu. L'ordre permanent doit, entre autres, mentionner les équipages habilités à exécuter des vols techniques. Ce document, qui doit faire référence au sein de l'unité, était en refonte au niveau de la BSAM et n'a pu être consulté par le groupe d'enquête.

- ***Note 00810, relative au programme d'entretien de l'avion F406 et aux vols techniques***

  Il a été constaté que les modificatifs au programme d'entretien, n'étaient pas inclus dans le document, mais classés à part dans leur forme de réception (télécopie de la DTA/B2), sans mise à jour suivie du document initial, daté de mars 1994.

  Bien que ces modificatifs soient appliqués, cette absence de procédure de mise à jour du document de référence est propice à d'éventuels oublis ou ratés d'exécution.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande que :

- **les directives d'organisation et de fonctionnement soient clairement établies, réactualisées et disponibles au niveau de l'unité ;**
- **les documents de référence tels le programme d'entretien de l'aéronef fassent l'objet d'une procédure de mise à jour suivie et normalisée.**

4.2.3. Extensions de potentiel d'éléments de la cellule

Il a été constaté dans la documentation des extensions de potentiel d'éléments de la cellule (*chapitre 1.6.1.2 - Programme de maintenance en vigueur*).

En l'absence de communication du procédé de validation de ces extensions (à l'instar de celui ayant conduit à valider l'extension du potentiel des moteurs par leur constructeur), ceci constitue un sujet préoccupant, en particulier pour des appareils effectuant du survol maritime.

Nota : d'importants problèmes de corrosion ont été détectés en 2005 sur un autre appareil, le F406 n°17.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

que les extensions de potentiel des éléments de la cellule de l'aéronef fassent l'objet d'une étude et d'un processus de validation auprès du constructeur ou d'une autorité technique extérieure.

4.2.4. Qualification des PNT

Le PNT membre d'équipage a été recruté en tant que mécanicien de bord au vu de son brevet de mécanicien de bord délivré par la Marine nationale. Il est détenteur d'un certificat de stage sur moteur PT6-A28, mais d'aucun document attestant d'une formation qualifiante et reconnue sur F406.

Selon les témoignages recueillis localement, il a effectué une formation sur le tas, à l'instar des autres PNT, chacun ayant suivi une formation différente selon ses origines. **Cette formation sur le tas est la norme, elle n'est pas formalisée par la délivrance d'une qualification et l'entretien des connaissances n'est pas entretenu ou contrôlé régulièrement.** De plus, les personnels PNT de la BSAM assurent des fonctions de contrôleurs techniques sans que cette aptitude ne fasse davantage l'objet d'une formalisation.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

que les personnels techniques bénéficient d'une formation normalisée et qualifiante sur F406, et que les compétences techniques acquises soient régulièrement entretenues.

ANNEXES

Annexe 1 : Principe de fonctionnement de la commande de train d'atterrissage page 42

Annexe 2 : Procédures d'urgence et d'utilisation des disjoncteurs page 43

1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA COMMANDE DE TRAIN D'ATTERRISSAGE

La sélection de la position du train d'atterrissage est électrique mais la manœuvre du train est hydraulique. Chaque train est doté d'un verrouillage interne afin de maintenir le train sorti. Le train est maintenu en position rentrée par des boitiers d'accrochage train haut mécaniques qui sont déverrouillés hydrauliquement au cours de la sortie du train. La pression hydraulique est fournie par la pompe hydraulique montée sur chaque moteur. Un électrodistributeur de train commande l'écoulement du liquide hydraulique vers les vérins de chacune des jambes de train. L'électrodistributeur de train est alimenté par l'intermédiaire de la commande de position de train. Ce circuit est protégé par le disjoncteur CB25 *« ldg system gear »* de 5 Ampères. Lors d'une action sur la commande de train, l'électro-distributeur est alimenté et applique la pression dans le sens sélectionné. Le voyant de pression hydraulique, situé sur le tableau d'alarme reste éclairé tant que le train d'atterrissage n'est pas verrouillé.

La séquence pour une rentrée de train est la suivante :

- palette de train sur UP (rentrée) ;
- allumage du voyant rouge « *gear unlocked* » ;
- allumage du voyant ambre « *hyd press* » ;
- extinction des trois lampes vertes ;
- extinction du voyant rouge « *gear unlocked* » ;
- extinction du voyant ambre *« hyd press »*.

2. PROCÉDURES D'URGENCE ET D'UTILISATION DES DISJONCTEURS

2.1. PROCÉDURES D'URGENCE – TRAIN D'ATTERRISSAGE

SECTION 3 — Manuel de vol — REIMS AVIATION
PROCEDURES D'URGENCE (SIMPLIFIEES) — REIMS CESSNA F406 — REIMS FRANCE

Voyant panne convertisseur allumé (AC FAIL)

1) Si l'avion est équipé de l'installation optionnelle à deux convertisseurs :

   a) Inverseur de convertisseurs - Sélectionner l'autre convertisseur.

PROCEDURES D'URGENCE DU CIRCUIT HYDRAULIQUE

Voyant de pression hydraulique allumé après la rentrée ou la sortie des volets ou du train (HYD PRESS ON)

1) Vitesse - Vi : 130 kt - 241 km/h ou moins.
2) Disjoncteurs «LDG GEAR» («TRAIN») et «FLAP CONTROL» («COMMANDE VOLETS») - Les déclencher et réenclencher tour à tour pour déterminer d'où provient l'anomalie.
3) Commande de train et/ou de volets - EFFECTUER RAPIDEMENT UNE NOUVELLE MANOEUVRE.
4) Si le voyant ne s'éteint pas et si l'anomalie provient des volets :

   a) Commande de volets - La CHANGER légèrement de la position sélectionnée.
   b) Si le voyant reste allumé :

      1. Commande de volets - SELECTIONNER la position désirée.
      2. Disjoncteur «FLAP CONTROL» - DECLENCHER une fois que les volets atteignent la position désirée.

5) Si le voyant ne s'éteint pas et si l'anomalie provient du train :

   a) Commande de train - EFFECTUER RAPIDEMENT UNE NOUVELLE MANOEUVRE.
   b) Si le voyant reste allumé :

      1) Commande de train - SELECTIONNER la position désirée.
      2) Disjoncteur «LDG GEAR» - DECLENCHER une fois que le train atteint la position désirée.

6) Avant atterrissage - REENCLENCHER le disjoncteur applicable.

Voyant train sorti et verrouillé allumé, commande de train sur «rentré» et voyant de pression hydraulique éteint

1) Appliquer la procédure «LE TRAIN D'ATTERRISSAGE NE SORT PAS HYDRAULIQUEMENT» de cette section.

Procédure appliquée par l'équipage

REIMS AVIATION
REIMS FRANCE

Manuel de vol
REIMS-CESSNA F406

SECTION 3
PROCEDURES D'URGENCE
(SIMPLIFIEES)

Le train d'atterrissage ne sort pas hydrauliquement

1) Vitesse - Vi: 130 kt - 241 km/h ou moins.
2) Commande de train d'atterrissage - SORTI.
3) Disjoncteur «LDG GEAR» («TRAIN») - TIRER.
4) Poignée en T de sortie de train en secours - TIRER.
5) Voyants de train sorti - ALLUMES; voyant de train déverrouillé - ETEINT.
6) Si le train principal ne se verrouille pas - EFFECTUER DES EMBARDEES. Les charges aérodynamiques assureront le verrouillage du train principal si les boîtiers d'accrochage train haut sont déverrouillés.
7) Avertisseur sonore de train - VERIFIER.
8) Dès que possible - ATTERRIR.

Le train d'atterrissage ne rentre pas hydrauliquement

1) Commande de train d'atterrissage - SORTI.
2) Voyants de train sorti - ALLUMES; voyant de train déverrouillé - ETEINT.
3) Avertisseur sonore de train - VERIFIER.
4) Dès que possible - ATTERRIR.

Commentaires : Cette procédure décrit le cas où la palette de train est rentrée et le train sorti verrouillé bas, avec un voyant de pression hydraulique éteint. Elle consiste en fait à isoler le circuit électrique (tirer le breaker) après avoir placé la palette en concordance avec la signalisation (train sorti) et effectuer une sortie du train en secours.

Dans la situation rencontrée par l'équipage, le train auxiliaire est verrouillé haut et le breaker a disjoncté, le reste de la configuration étant similaire au cas décrit dans la procédure.

L'équipage doute de la fiabilité du circuit électrique, mais aussi de la configuration réelle (validée seulement après l'inspection en vol par un autre avion) ainsi que du comportement du train s'il réenclenche le breaker. C'est dans cette optique qu'il décide de ne pas suivre la technique d'utilisation (ré-enclenchement du breaker). Dès lors, la seule option reste la sortie du train en secours, décrite dans cette procédure.

2.2. UTILISATION DES DISJONCTEURS

arrêt. Le vol sera poursuivi sur la génératrice en fonction, en n'utilisant que les équipements électriques nécessaires. En cas de mauvais fonctionnement des circuits des deux génératrices, les équipements seront utilisés par périodes brèves à partir de la batterie seule. Dans les deux cas, atterrir dès que possible pour vérifier et réparer les circuits.

BOITIERS DE PROTECTION ET DE REGULATION DE GENERATRICES

Les boîtiers de protection et de régulation de génératrices régulent les modes de fonctionnement des génératrices-démarreurs. Aux régimes inférieurs à 41 %, chaque génératrice-démarreur fonctionne comme un démarreur. Aux régimes supérieurs à 41 %, chaque génératrice-démarreur fonctionne comme une génératrice. Si la tension fournie par une génératrice dépasse la tension d'utilisation normale, son boîtier de protection et de régulation l'isole du circuit.

VOLTMETRE ET AMPEREMETRES

Un voltmètre et deux ampèremètres (voir Figure 7-7) sont situés sur le tableau de bord fixe gauche. Ces indicateurs indiquent continuellement la tension des barres bus et le courant de sortie des génératrices gauche et droite en ampères. Un inverseur à deux positions (rappelé par un ressort sur «L GEN» («GENE G»)), situé à côté du voltmètre et des ampèremètres, permet de connaître le courant de sortie de la génératrice gauche ou le courant de charge de la batterie. Sur la position normale («L GEN» («GEN G»)), l'ampèremètre gauche indique le courant de sortie de la génératrice gauche. Sur la position «BATT» («BATTERIE»), l'ampèremètre gauche indique le courant de charge de la batterie.

DISJONCTEURS, INTERRUPTEURS DISJONCTEURS ET FUSIBLES

Les circuits électriques de l'avion sont protégés par des disjoncteurs à réenclenchement par pression ou des interrupteurs disjoncteurs (voir Figure 7-24). En cas de surcharge de l'un des circuits, l'élévation de température qui en résulte fait sauter le disjoncteur correspondant, ce qui ouvre le circuit ou permet le retour sur «OFF» («ARRET») de l'interrupteur disjoncteur. Après environ trois minutes de refroidissement, le disjoncteur peut être enfoncé (jusqu'à sentir ou entendre un déclic) ou l'interrupteur disjoncteur remis sur «ON» («MARCHE») pour réalimenter le circuit. Pour faciliter leur identification, les disjoncteurs de dégivrage et d'antigivrage sont coiffés d'un chapeau vert. Les fusibles, situés dans la pointe avant, protègent les circuits de la barre de secours.

FUSIBLES DE RECHANGE

Des fusibles de rechange sont placés dans un sac situé sous la porte d'accès à la batterie, dans la pointe avant. Se reporter à la Section 8 en ce qui concerne l'emplacement, l'application et les consignes de changement des fusibles. La mise en place de coupe-circuit à limitation de courant exige l'application d'un couple spécifique. Se reporter au Manuel d'entretien en ce qui concerne les couples correspondants.

Technique d'utilisation des disjoncteurs